

Untersuchungen
über den intraoperativen Blutverlust
bei kinderchirurgischen Eingriffen

von

Günter Gilch

aus

Fischbach bei Nürnberg-Altenfurt



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik

der Universität Erlangen-Nürnberg

Direktor: Prof. Dr. med. F. P. Gall

Untersuchungen
über den intraoperativen Blutverlust
bei kinderchirurgischen Eingriffen

INAUGURAL - DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde

der Medizinischen Fakultät

der Friedrich-Alexander-Universität

Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Günter Gilch

aus

Fischbach bei Nürnberg-Altenfurt

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten
Referent: Prof. Dr. G.H. Willital
Korreferent: Prof. Dr. F.P. Gall

Tag der mündlichen Prüfung: 09.06.1980

Inhalt

	Seite
1) Einleitung - Ziel der Arbeit	1
2) Möglichkeiten der Blutverlustmessung	4
Diskussion der verschiedenen Blutverlustmeßmethoden	4
Methode der Blutverlustmessungen in der vorliegenden Untersuchung	12
3) Ergebnisse	17
Zusammensetzung des Krankengutes	17
Abhängigkeit des Blutverlustes von der Operationsdauer	23
Abhängigkeit des Blutverlustes vom Alter und Körpergewicht	29
Fragwürdigkeit der Indikationsstellung zur Bluttransfusion auf Grund von Schätzungen	30
Vergleich von Schätzungen mit den gemessenen Blutverlusten	39
4) Zusammenfassung	42
5) Literaturhinweise	43

1) Einleitung - Ziel der Arbeit

Es ist seit langem bekannt, daß klinische Zeichen eines Blutverlustes nicht unbedingt mit dessen Größe parallel gehen müssen. Es ist vielmehr so, daß ein Blutverlust bis zu einem individuell unterschiedlichen Grad kompensiert wird, bis an einem Punkt eine rasche Entwicklung des "Schock" genannten Geschehens einsetzt. (35, 46)

Kinder reagieren in dieser Hinsicht anders, und zwar empfindlicher. Der Grund dafür ist in ihrer "Wasserlabilität" zu suchen. (12)

Daraus ergibt sich für den Chirurgen wie den Anästhesisten die schwierige Situation, in der Handhabung solcher Fälle ohne ein wirklich zuverlässiges Indiz für den tatsächlich eingetretenen Blutverlust entscheiden zu müssen,

1. ob transfundiert werden soll oder nicht
2. wie hoch die Transfusionsmenge anzusetzen ist.

Beides ist nicht einfach zu entscheiden, da es neben Pros (Auffüllung des Gefäßbettes und Ersatz der verlorenen Sauerstoffträger) auch Kontras gibt. Gegen die Substitution jedes Blutverlustes spricht die Tatsache, daß trotz aller Fortschritte im Transfusionswesen jede Transfusion immer noch mit einem Risiko behaftet ist.

Hier sind anzuführen (5):

1. Geringgradige Nebenwirkungen
 - Allergische Reaktionen
 - Herabsetzung des Gerinnungspotentials
 - Sensibilisierung

2. Schwere Nebenwirkungen
 - Serumhepatitis

Das Hepatitisrisiko wird je nach Untersucher verschieden hoch angegeben. Es liegt im Durchschnitt bei 2 bis 3%. Interessant ist, daß das

Hepatitisrisiko mit der Menge des übertragenen Blutes ansteigt. So wird bei einer transfundierten Konserve ein Risiko von 1,4%, bei 6 Konserven von 8,3% angegeben. (5)

- Übertransfusion

Sie ist nach Finch die häufigste Ursache der tödlichen Sofortreaktion bei Bluttransfusionen. (5)

Abgesehen von diesen medizinisch-physiologischen Aspekten sind bei der Frage nach einer Bluttransfusion auch limitierende Faktoren ganz anderer Art zu berücksichtigen: Das eingeschränkte Spenderpotential und die wirtschaftliche Vertretbarkeit der Maßnahme.

Alle Bemühungen sollten daher darauf abzielen, die Transfusionsindikation so eng wie möglich zu stellen, ohne damit den Patienten einer akuten Lebensgefahr, einer verzögerten Rekonvaleszenz, oder anderen mit dem unterlassenen Ersatz verlorenen Blutes in Zusammenhang stehenden Nachteilen auszusetzen.

Von Gatch und Little (61) wurde festgestellt, daß ein gesunder Erwachsener einen Blutverlust von 600 - 700 ml, also etwa 20% seines Blutvolumens, ohne evidenten Nachteil tolerieren könnte. Diese Feststellung wurde 1924 publiziert und unter anderem mit den Erfahrungen mit Blutspendern begründet.

Das durchwegs niedrige Hämoglobin der operierten Kinder legt von vorne herein eine sorgfältige Beachtung von Blutverlusten nahe; ebenso die Tatsache, daß gerade die Risikopatienten, auf die man auch in dieser Hinsicht eine besondere Aufmerksamkeit richten muß, eben nicht bei "guter Gesundheit" einen Blutverlust im Stile einer Blutspende erleiden, sondern während

der Operation oft in kurzer Zeit eine beträchtliche Menge Blutes verlieren, was erfahrungsgemäß umso schlechter toleriert wird, je schneller der Blutverlust erfolgt. (46, 61)

Es wird allgemein festgestellt, daß ein Blutverlust am besten dann ersetzt wird, wenn er eintritt, also während der Operation. (20, 46, 36, 55, 66)

Schätzungen erwiesen sich bei Überprüfung als unzuverlässig. (4, 35, 48, 49, 58, 60, 61, 62, 65, 7/)

Eine Objektivierung des eingetretenen Blutverlustes unter Berücksichtigung der Forderungen nach

1. Schnelligkeit der Messung
2. Einfachheit der Methode
3. Einsetzbarkeit im Routinebetrieb

würde die Situation entscheidend verbessern.

2) Möglichkeit der Blutverlustmessung

In der einschlägigen Literatur werden folgende Verfahren angegeben:

I. Schätzung auf Grund klinischer Symptome

1. Tilttest
2. Blutdruck, Pulsfrequenz, Konjunktival-perfusion

II. Indirekte Messung

1. Wiegen des ganzen Patienten
2. Hämoglobin-/Hämatokritbestimmung
3. Blutvolumenbestimmung prä- und postoperativ
 - a) Farbstoffverdünnungsmethoden
 - b) Tracerverdünnungsmethoden

III. Direkte Messung

1. Szintimetrisch
2. Konduktorimetrisch
3. Kolori- bzw. photometrisch
4. Gravimetrisch

Diskussion der verschiedenen Blutverlustmeßmethoden

I. Schätzung auf Grund klinischer Symptome

1. Der Tilttest (9), ein subjektiv-objektives Verfahren, das darauf beruht, Blutdruck und Pulsfrequenz bei liegenden und in ihrer Längsachse gekipp-

ten Patienten zu messen und die sich ergebenden Differenzen zur Abschätzung des prozentualen Volumenverlustes zu benutzen.

Dieser Test stellt gegenüber der einfachen Blutdruck/Pulsdiagnostik, bei der ein Abfall des ersteren und ein Anstieg des letzteren als Indiz für einen Volumenmangel benutzt wird, ein empfindlicheres Verfahren dar, das in Notfallambulanzen durchaus seine Berechtigung hat, während der Operation am anästhesierten Patienten jedoch nicht anwendbar ist, sondern bestenfalls danach.

2. Blutdruck, Pulsfrequenz, Konjunktivalperfusion

Die Blutverlustabschätzung mittels dieser Parameter hat folgende Nachteile: Sie liefert nur sehr grobe Anhaltspunkte; ihre Verlässlichkeit ist dadurch limitiert, daß eine von Patient zu Patient verschieden lang durchgehaltene Kompensation erfolgt, die unter Umständen auch beträchtliche Blutverluste kaschiert (14); sie ist stark von der persönlichen Erfahrung des Anästhesisten abhängig. Die Vorzüge des Verfahrens liegen in der Einfachheit und Schnelligkeit seiner Anwendung und in der geringen Beeinträchtigung für den Patienten und das chirurgische Team.

II. Indirekte Messung

1. Wiegen des Patienten vor und nach der Operation

Neben dem organisatorischen Aufwand (Hin- und Herheben des Patienten) und der technisch begründeten Unexaktheit der Methode (Wiegegenauigkeit von Waagen) gestaltet sich die Berechnung der als Blutverlust anzusehenden Gewichts Differenz deshalb schwierig, weil Infusionen,

Implantate, chirurgisches Nahtmaterial, resezier-
tes Gewebe, Urinausscheidung, Perspiratio insensi-
bilis, Abatmungsverluste, Verband- und Klebematerial,
Drainagen, Saugungen usw. in Rechnung gesetzt werden
müssen.

2. Bestimmung der Hämoglobin-/Hämatokritwerte vor und nach der Operation.

Dieser Weg ist zwar von der Meßtechnik her exakt zu nennen, seine Aussagefähigkeit leidet jedoch darunter, daß in vielen Fällen der Hämoglobin-/Hämatokritwert intraoperativ und längere Zeit postoperativ fast konstant auf dem präoperativen Niveau gehalten wird. Der tiefste Abfall erfolgt meist am 3./4. Tag p.o., sodaß das wahre Ausmaß der Schwankungen erst mit ziemlicher Latenz erkennbar wird. Zur sofortigen Quantifizierung eines akuten Blutverlustes ist die Methode nicht geeignet. (20, 21, 23, 32, 66, 67)

3. Blutvolumenbestimmung prä- und postoperativ

Aus der Differenz der erhaltenen Werte wird versucht, auf den Blutverlust zu schließen.

Die Blutvolumenbestimmung kann mit einer Farbstoff-, Albumin- oder Erythrozytenverdünnungsmethode vorgenommen werden. Es werden verwendet:

Geigy Blau (1)

Evan's blue (21)

chrommarkierte Erythrozyten (2)

eisenmarkierte Erythrozyten (24)

jodmarkiertes Albumin (1, 2, 3, 10, 14, 27, 31, 45,
68, 70)

Zu berücksichtigen ist, daß der Flüssigkeitsraum der verwandten Farbstoffe nicht mit dem Blutplasma-
raum identisch ist, und deshalb nicht der Plasmaraum,

sondern der Verteilungsraum dieser Substanzen gemessen wird. Die anderen Methoden umgehen diesen systematischen Fehler dadurch, daß sie geformte oder ungeformte Bestandteile des Blutes verwenden.

Ganz allgemein läßt sich sagen, daß die Tracerverdünnungsmethoden zu den exaktesten Verfahren der experimentellen Medizin gehören. Hinsichtlich ihres Einsatzes zur Blutverlustmessung haften ihnen jedoch einige Schwächen an, die ihre breite Verwendbarkeit einschränken. So ist die Strahlenbelastung, mag sie auch noch so gering sein, mindestens ein Grund zur äußerst kritischen Indikationsstellung, vor allem bei jüngeren Patienten oder gar bei Kindern.

Auch können mittels der Volumenbestimmungsverfahren keine intraoperativen Blutverlustzahlen ermittelt werden; es wird das Blutvolumen prä- und postoperativ gemessen und die Differenz beider Werte als Blutverlust angesehen. Mögliche Fehlerquellen sind die paravenöse Injektion der Tracersubstanzen sowie in ihrer Größe nicht vorhersehbare Verschiebungen intravasaler Flüssigkeitsvolumina in andere Kompartments. Letzteres mag der Grund dafür sein, daß bei Volumenbestimmungen gelegentlich nicht erklärbare Falschergebnisse beobachtet wurden. (14)

Sowohl die Blutvolumenbestimmung mit Farbstoffen als auch mit Tracersubstanzen sind aufwendig (23, 44) und in einer Zeit finanzieller Restriktionen auch im Gesundheitswesen damit für den Routinebetrieb nicht geeignet. Erstere Methode erfordert Messungen in einem Labor (31, 1), für letztere sind Geräte im Handel, die im Operationssaal verwendet werden können. (3)

Es ist weiterhin zu bedenken, daß Plasma- und Erythrozytenverluste nicht parallel gehen müssen; so

gehen z.B. bei Thorakotomien 6 - 8%, bei Laparotomien 20 - 30% mehr Plasma als Erythrozyten verloren (14), was mit den funktionell-anatomischen Verhältnissen im Operationsgebiet zusammenhängt. Mißt man nun nach der geläufigsten Methode mittels markiertem Albumin die Veränderung des Plasmavolumens und ersetzt den ermittelten Differenzbetrag als Blutverlust, so kann mit der Reintravasation extravasaler Flüssigkeit 3 bis 4 Tage nach der Operation eine Hypervolämie manifestieren. Bei der Messung von Blutverlusten mit der Verdünnungsmethode treten also einige Variable auf, deren Einbeziehung in das Endergebnis (die Menge des zu transfundierenden Blutes) nicht immer einfach ist.

III. Direkte Messung

An direkten Methoden der Blutverlustbestimmung bieten sich szintimetrische (25), konduktorimetrische (36), kolori/photometrische (6, 8, 9, 14, 15, 17, 25, 39, 42, 46, 47, 48, 60, 61, 62, 64, 66, 67) und gravimetrische (14, 16, 20, 22, 23, 25, 47, 55, 63, 64, 65) Verfahren an.

Allen gemeinsam ist, daß sie nicht mehr als den Anteil des verlorenen Blutes erfassen können, der auffangbar außerhalb des Körpers gelangt, sei es durch Saugvorrichtungen, durch Abtupfen oder in Tüchern und Kitteln. Nicht erfaßt wird das Blut, das in ligierten Gefäßen, in Körperhöhlen und infolge des Gewebetraumas im Operationsgebiet zurückbleibt.

1. Das szintimetrische Verfahren

Das Blut wird markiert und entweder in Tupfern und Tüchern (25) oder im Körper (24) ausgemessen und mit

der applizierten Gesamtaktivität verglichen. Nachteile sind die Strahlenbelastung und der apparative Aufwand, der einen routinemäßigen Einsatz nach oder gar während der Operation verbietet.

2. Das konduktorimetrische Verfahren (35, 36) beruht auf dem Prinzip der Widerstandserniedrigung von aqua dest durch eingebrachte Ionen. Die Relation dieses Phänomens zum eingetretenen Blutverlust ist durch den relativ konstanten Ionengehalt des Blutes gewährleistet.

In der Anwendung ist dieses Verfahren einfach. Alles bluttingierte Material und das abgesaugte Blut werden in einen Behälter mit aqua dest eingebracht und der Blutgehalt an einer Skala abgelesen. Verfahrensinhärente Fehlerquellen sind die Schwankungen im Ionengehalt des Blutes, der Ionengehalt von Körperflüssigkeit außer Blut, der Ionengehalt, der auch nach sorgfältiger Wäsche in Abdecktüchern und Kitteln zurückbleibt. (62) Zum Befeuchten von Tupfern oder als Spülflüssigkeit darf nur Glucoselösung verwendet werden. Die Werte sind bis auf die in den Abdecktüchern und an den Chirurgenkitteln sofort erhältlich.

3. Die kolorimetrische Blutverlustmessung

Sie beruht auf dem Auswaschen allen blutigen Materials in einem festen Volumen Wassers und der Hämoglobinbestimmung in der Lösung. Größere Fehlerquellen sind bis auf die mangelnde Auswaschbarkeit geronnenen Blutes und den Volumenfehler beim Einbringen von Blut in ein festes Volumen Wasser nicht gegeben. Durch langes Waschen kann jedoch auch bereits eingetrocknetes Blut zur Auflösung gebracht werden. Unter-

suchungen (11) ergaben, daß die Auslaugung eingetrockneten Blutes nach 5 Stunden variabel unvollständig, nach 20 Stunden fast komplett war.

Der Zeit-, Personal- und technische Aufwand ist der wichtigste Nachteil der Methode. Man erhält den Meßwert erst zu einem Zeitpunkt, an dem er u.U. nicht mehr benötigt wird. Die überwiegende Anzahl der Autoren, die sich mit dem Problem der Blutverlustmessung und Bluttransfusion befassen, sind der Ansicht, daß ein Blutverlust möglichst zum Zeitpunkt seiner Entstehung ersetzt werden sollte, um

1. die hämodynamischen Regulationsmechanismen nicht unnötig zu belasten und um
2. durch Wiederherstellung einer adäquaten Sauerstofftransportkapazität die Voraussetzung für eine reibungslose Rekonvaleszenz zu schaffen. (20, 36, 46, 55, 66)

Dieser Anforderung kann die Hämodilutionsmethode nicht genügen. Ihr Haupteinsatzgebiet ist die experimentell-statistische Gewinnung von Blutverlust erwartungswerten für verschiedene Arten von Operationen.

4. Die Gravimetrische Methode

Sie wird der Forderung nach Simultaneität in optimaler Weise gerecht. Zu ihrer Durchführung werden Fährchen, Puffer und anderes kleineres Operationsmaterial, das zur Aufnahme von Blut benutzt wird, gewogen. Die Differenz zum Trockengewicht ergibt das in ihnen enthaltene Blutvolumen, wobei ein Gramm gleich einem Kubikzentimeter gesetzt wird. (14, 16, 20, 22, 55)

Diese Methode hat den Vorteil der Schnelligkeit, der Einfachheit (die Springschwester kann die Wägung mit anschließender Subtraktion des Trockengewichtes durchführen) und der genügenden Exaktheit, wenn man sie mit der kolorimetrischen Methode vergleicht. (9, 14, 64)

Ihre Grenzen liegen darin, daß sie nur den externen Blutverlust erfaßt, nicht jedoch einen intravasalen Volumenmangel z.B. infolge Extravasation. Hierfür wäre die Volumenbestimmung die Methode der Wahl. Weiterhin ist die erreichbare Exaktheit durch meßtechnische Bedingungen limitiert: Es ist nicht sinnvoll, einen 5 cm² großen Blutfleck auf dem Kittel des Chirurgen durch Wiegen quantifizieren zu wollen, da der Fleck zum Zeitpunkt der Wägung vermutlich eingetrocknet ist und der Kittel durch die Transpiration des Chirurgen stärkeren Gewichtsschwankungen unterworfen ist als durch einen solchen Blutfleck. Der Blutgehalt von Kitteln, Abdecktüchern und an den Handschuhen wird deshalb am besten geschätzt. (65)

Bei entsprechender Operationstechnik liegt er in den allermeisten Fällen unter 50 cm³. Das wurde kolorimetrisch gemessen. (20)

Weniger verläßlich ist die Methode, wenn größere Mengen seröser Flüssigkeit, Zysteninhalt usw. erfaßt werden, da diese als Blutverlust in die Berechnung eingehen. Das sollte bei Operationen in entsprechenden topographischen Regionen berücksichtigt werden. Bei einigen Operationen ist es von Vorteil, getränkte Fähnchen zu benutzen. Um das in ihnen enthaltene Wasser nicht als Blutverlust zu verrechnen, bieten sich zwei Möglichkeiten an:

1. Messung des verbrauchten Wasservolumens bei jeder Operation (20)

2. Vorherige Durchschnittsgewichtsbestimmung der ausgewungenen Föhnchen (65)

Die in der Saugung aufgefangene Blutmenge wird an der Volumenskala abgelesen oder durch Wiegen des Glases ermittelt. Spülflüssigkeit kann benutzt werden, wenn der Inhalt des Saugglases unmittelbar vor und nach dem Spülen bestimmt wird und damit das Volumen der verwendeten Spülflüssigkeit aus der Berechnung eliminiert werden kann.

Methode der Blutverlustmessungen in der vorliegenden Untersuchung

Das Vorgehen lehnt sich an die in der Literatur angegebenen Methoden der gravimetrischen Blutverlustbestimmung an (65). Kernstück der Untersuchung ist eine Präzisionswaage der Firma Sartorius Werke GmbH, 3400 Göttingen, Weender Landstraße 94-102.



Bei dem verwendeten Typ 2201 ist der Wiegebereich mit einer Kompensationsschaltung von 0 bis 5000 g variierbar, wobei der ohne Umschalten verfügbare Wiegeabschnitt 1000 g umfaßt. Der Ziffernschritt der Waagenskala beträgt 1 g, die Standardabweichung (Reproduzierbarkeit) 0,1 g. Die Waage war auf einem fahrbaren Gestell befestigt, um den Einsatz in verschiedenen Operationssälen zu erleichtern. Vor Inbetriebnahme mußte der waagrechte Stand des Gerätes an einer eingebauten Libelle kontrolliert, notfalls mittels Schraubfüßen korrigiert werden. Eine Nullpunktangleichung wurde vor jeder Operation vorgenommen.

Als Waagschale wurde eine Edelstahlschüssel mit 3 l Inhalt benutzt, die so aufgestellt wurde, daß die OP-Schwester die gebrauchten Fähnchen jederzeit bequem hineinwerfen konnte. Die Schwester wurde instruiert, die blutgetränkten Materialien möglichst sofort nach Gebrauch abzuwerfen, und die Wägung erfolgte unmittelbar anschließend, um Verdunstungsverluste zu vermeiden. Die Schüssel wurde samt Inhalt gewogen, das erhaltene Gewicht notiert und der Inhalt der Schüssel durch Sortieren festgestellt. Dieses Vorgehen ist notwendig, da verschiedene Tupfer verschiedene Trockengewichte haben.

Die Gewichte der Tupfer ohne Blut wurden als Mittelwert von jeweils 200 Exemplaren vor Beginn der Untersuchung ermittelt und nach jeder 20. Operation verifiziert, um Änderungen des Ausgangsgewichtes infolge eventueller Änderungen im Fertigungsprozeß zu erfassen. Die Gewichte erwiesen sich als konstant.

Ein Fähnchen wog 5 g, ein großer Tupfer 3 g, ein kleiner Tupfer 1,2 g, 4 Präpariertupfer wogen 1 g. Da bei einigen Operationen die Verwendung nasser Fähnchen indiziert ist, wurde eine Serie ausgewrungener Fähnchen abgewogen und so deren beachtlich konstantes

Durchschnittsgewicht von 13 g gewonnen. Auf das Abmessen der verbrauchten Flüssigkeit (20, 55) wurde verzichtet (57). Die zum Umlegen der Wunde oder zum Annähen an die Wundränder benutzten Bauchtücher wogen im Schnitt 28,5 g, Bauchstreifen mit Blechmarke 22,5 g.

Die in die Saugung gelangte Blutmenge wurde durch Wiegen des Saugglases vor und nach Leerung bestimmt. In einem Fall wurde Spülflüssigkeit benutzt; hier konnte der Inhalt des Saugglases nicht berücksichtigt werden.

Für die im Ansatzstück und im Saugschlauch verbliebene Blutmenge wurden 10 g in Rechnung gesetzt.

Die während der Operation auf Kittel und Abdecktücher gelangte Blutmenge wurde geschätzt; als Vergleichsmaßstab diente die Fläche von Flecken, die von einem bekannten Volumen auf den gleichen Geweben verursacht wurden.

Am Ende eines Teils der Operationen wurden die beteiligten Chirurgen und/oder die Anästhesisten gebeten, den eingetretenen Blutverlust zu schätzen. Zur Registrierung wurde die folgende Tabelle verwandt:

des in der Schüssel befindlichen Materials, und unter "Charge" die Art und Anzahl der Tupfer, Fähnchen, Tücher. Aus letzterem ließ sich das zu erwartende Gewicht ohne Blut errechnen; es wurde in der Spalte "o.Blut" festgehalten. Die Differenz der Zahlen in den Spalten "Gewicht" und "o.Blut" ergab die in der vorliegenden Charge enthaltene Blutmenge; sie wurde unter "Differenz" eingetragen und fortlaufend addiert. Am Ende der Operation wurde die letzte Zahl der Spalte "Summe" bei "gewogener Verlust" eingetragen. Bei "Tücher" wurde der Schätzwert des in Chirurgenkitteln und Abdecktüchern enthaltenen Blutverlustes notiert.

Zu der im Saugglas gewogenen Menge Blutes wurden 10 g addiert und das Ergebnis bei "Saugung" eingetragen. Die Summe aus "gewogener Verlust + Tücher + Saugung" wurde als intraoperativer Blutverlust betrachtet.

Der postoperative Blutverlust ergab wegen der großen Menge blutig-serösen Wundexsudates falsch hohe Werte und wurde bei der Auswertung der Ergebnisse nicht berücksichtigt.

Wurde bei der Operation ein signifikanter Blutverlust festgestellt, so wurde zwischen dem 1. und 5. postoperativen Tag Hämoglobin und Hämatokrit bestimmt und neben den präoperativen Werten eingetragen.

3) Ergebnisse

Zusammensetzung des Krankengutes

Die berücksichtigten Operationen werden nach topographischen Gesichtspunkten geordnet wiedergegeben.

Die Anzahl der Operationen eines Typs, die durchschnittliche Operationsdauer, der durchschnittliche absolute Blutverlust in ml und der durchschnittliche relative Blutverlust in Millilitern pro Kilogramm Körpergewicht werden angegeben.

Gruppe I ----- Eingriffe im Kopf/Halsbereich

	n	t	BV	BV/kg KG
Ohrenkorrektur	5	22	51	1,0
PE Hinterkopf	1	5	5	0,2
Lymphangion Unterlippe	1	55	30	0,5
Strumektomie	1	41	99	2,0

Abkürzungen

n = Anzahl, t = Operationsdauer, BV = Blutverlust,
BV/kg KG = Blutverlust pro kg Körpergewicht

Gruppe II Eingriffe im Thoraxbereich

	n	t	BV	BV/kg KG
Thoraxkorrekturen	33	105	522	15,2
TB-Spießentfernungen	4	10	12	0,6
Lungenoperation	1	80	188	16,5
Spießkorrektur	1	18	53	0,8
TB-Narbenkorrektur	1	42	25	0,5

Gruppe III Eingriffe im Abdomen

	n	t	BV	BV/kg KG
Sigmaresektionen	6	109	192	9,0
Laparotomien	7	84	457	16,0
Omphalozele (sec.)	1	25	32	7,0
Appendektomie	1	25	23	0,8
Darmpolyp	1	60	38	1,0
Splenektomie	1	71	250	4,1
Pyloromyotomie	1	33	3	0,9
Enterostomie	1	82	158	5,5
Paraösophageale Hernie	1	75	87	3,1

Abkürzungen

n = Anzahl, t = Operationsdauer, BV = Blutverlust

BV/kg KG = Blutverlust pro kg Körpergewicht

Gruppe IV ----- Eingriffe in der Inguinalregion
einschließlich Nabelhernien

	n	t	BV	BV/kg KG
Leistenhernien	59	23	3	0,4
Leistenhoden	16	35	13	0,5
Nabelhernien	4	24	2	0,3
Hydrozelen	3	28	5	0,4
Leistenhodenrezidive	6	30	30	1,2
Leistenhernienrezidiv	1	23	4	0,2

Gruppe V ----- Eingriffe am Genitale

	n	t	BV	BV/kg KG
Phimosen	19	20	8	0,5
Penisaufrichtung	1	45	14	0,6

Abkürzungen

n = Anzahl, t = Operationsdauer, BV = Blutverlust

BV/kg KG = Blutverlust pro kg Körpergewicht

Gruppe VI Eingriffe im Analbereich

	n	t	BV	BV/kg KG
Rectumpolypen	1	21	64	3,8
Sphinkteromyotomie	1	15	5	0,2
Analneueinpflanzung nach Analatresie-OP	1	68	130	9,6
Analfibrom	1	3	4	0,6

Gruppe VII Eingriffe an der Epidermis

	n	t	BV	BV/kg KG
Thierschplastiken	3	59	92	2,3
Hauttumoren	3	11	6	0,3
Naevi	2	12	4	0,1
Hämangiom	1	15	17	2,1

Abkürzungen

n = Anzahl, t = Operationsdauer, BV = Blutverlust,
BV/kg KG = Blutverlust pro kg Körpergewicht

Gruppe VIII Eingriffe an den Extremitäten

	n	t	BV	BV/kg KG
Bündelnagelentfernungen	2	44	71	1,4
Metallentfernungen Uarm	2	48	58	3,2
Muskelbiopsie Uschenkel	1	17	12	0,4
Sehnenverlängerung Usch.	1	63	173	4,2
Suralisbiopsie	1	40	7	0,9
Tumorresektion Oschenkel	1	58	187	21,3

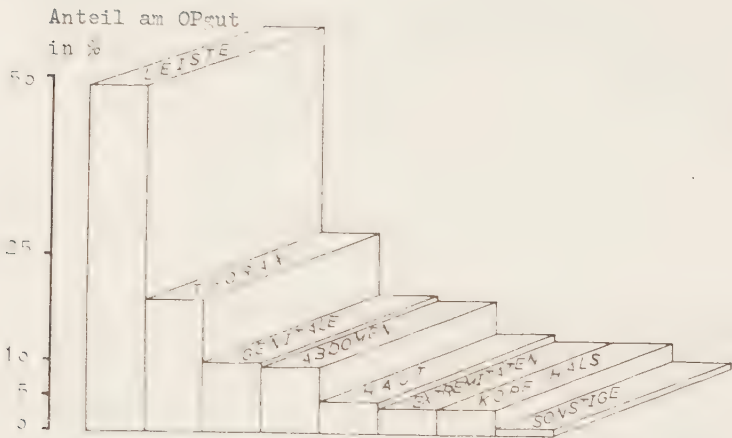
Gruppe IX Schwer einordenbare Eingriffe

	n	t	BV	BV/kg KG
Venae sectio	1	31	3	1,1
Steißbeinteratom	1	72	6	2,1

Abkürzungen

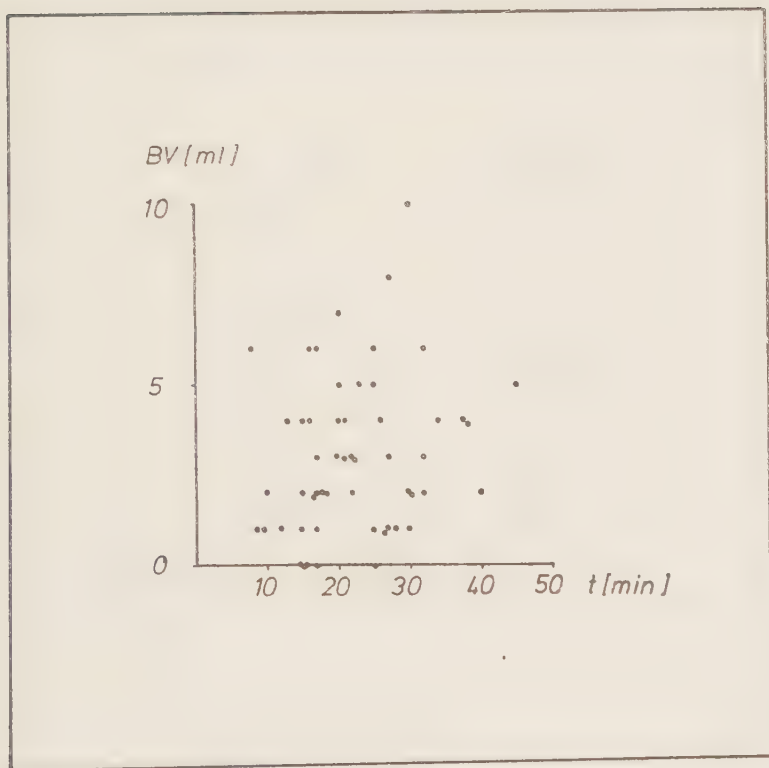
n = Anzahl, t = Operationsdauer, BV = Blutverlust,
 BV/kg KG = Blutverlust pro kg Körpergewicht

Häufigkeitsverteilung der untersuchten Operationen geordnet nach topographischen Gesichtspunkten



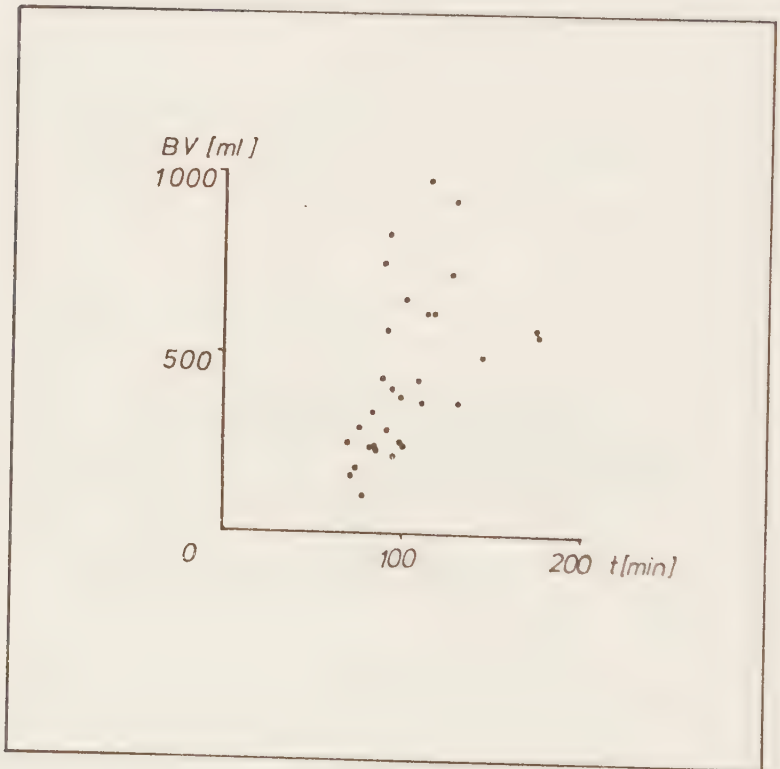
Bei den vier zahlenmäßig stärksten Gruppen einheitlicher Operationen wurde untersucht, ob sich zwischen dem Blutverlust einerseits und der Operationsdauer andererseits eine Beziehung finden lassen könnte.

Blutverluste bei Leistenhernien



BV(ml) = Blutverlust in ml; t(min) = Operationsdauer in min

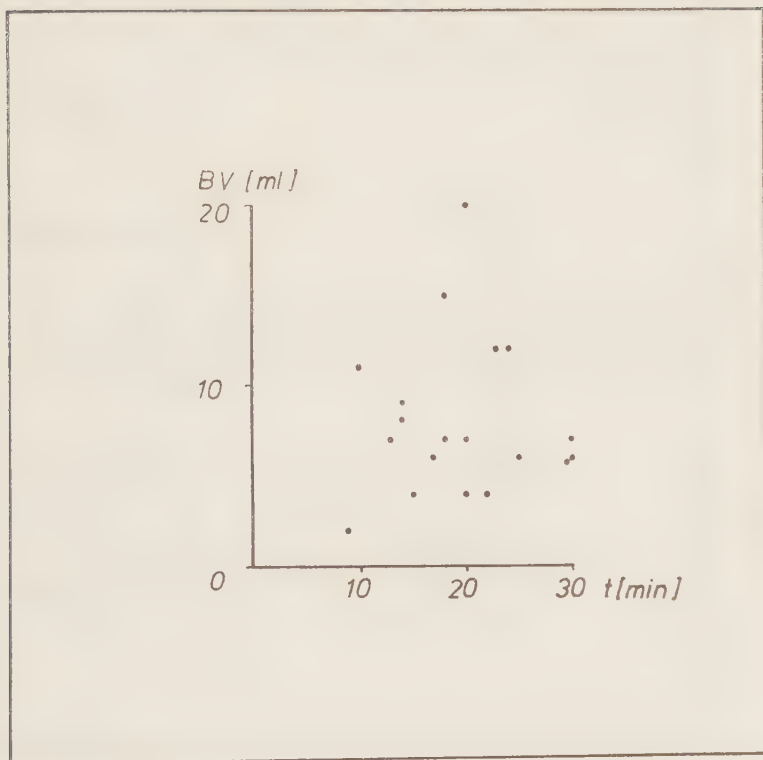
Blutverluste bei Thoraxeingriffen



BV(ml) = Blutverlust in ml

t(min) = Operationsdauer in Minuten

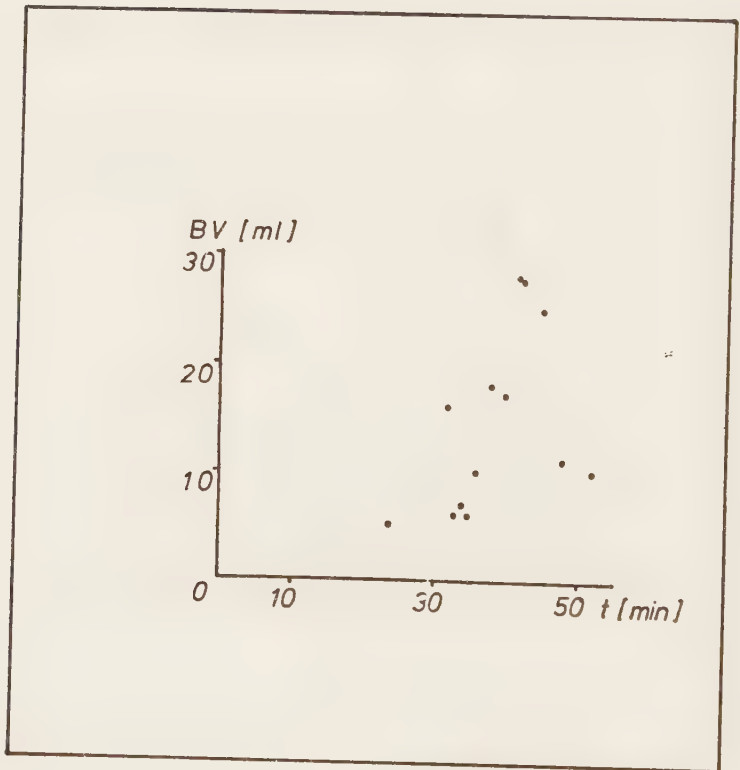
Blutverluste bei Phimosenoperationen



BV(ml) = Blutverlust in ml

t(min) = Operationsdauer in Minuten

Blutverluste bei Leistenhodenoperationen



BV(ml) = Blutverlust in ml

t(min) = Operationsdauer in Minuten

Es wurde in keiner der vier Gruppen eine Abhängigkeit des Blutverlustes von der Operationsdauer festgestellt, die es erlaubt hätte, von ersterer auf letztere zu schließen. Bei allen Operationsarten wurden große Unterschiede im Blutverlust bei gleicher Operationsdauer und umgekehrt gefunden. Längere Operationszeiten gehen zum Teil darauf zurück, daß weniger erfahrene Operateure mehr Zeit für die Suche und Versorgung von Blutungsquellen verwenden.

Altersverteilung

Bei der Verteilung der Operationsarten auf die Altersklassen Neugeborene, Säuglinge, Kleinkinder, Schulkinder und Jugendliche wurden folgende Zäsuren gesetzt:

Neugeborene	bis zu 1 Monat
Säuglinge	bis zu 1 Jahr
Kleinkinder	1 - 6 Jahre
Schulkinder	6 - 15 Jahre
Jugendliche	über 15 Jahre

	Neugeb.	Säugl.	Klki.	Schki	Jug.
Leistenhernien	2	26	20	11	-
Thoraxkorrekturen	-	-	2	24	7
Phimosen	-	1	15	3	-
Leistenhoden	-	-	5	10	1
Laparotomien	1	1	1	3	1
Sigmaresektionen	-	1	2	3	-
Leistenhodenrezidive	-	-	1	5	-
Ohrenkorrekturen	-	-	2	3	-
TB-Spießentfernungen	-	-	1	3	-
Nabelhernien	-	3	1	-	-
Hydrozelen	-	1	1	1	-
Thierschplastiken	-	-	1	2	-
Hauttumoren	-	-	1	2	-
Naevi	-	-	-	2	-
Bündelnagelentfernungen	-	-	-	2	-
Metallentfernungen Uarm	-	-	1	1	-
Sonstige	2	3	7	10	1

Anmerkung: Unter "Sonstige" entfallen: Lungenoperation, Omphalozele, Penisaufrichtung, Appendektomie, Sphinkteromyotomie, Lymphangiomrezidiv Oschenkel, Rectumpolypen, Sehnenverlängerung, Colonpolyp, Suralisbiopsie, Steißbeinteratom, PE Hinterkopf, Venae Section, Lymphangiom UL, Analfibrom, Splenektomie, Analrückverlagerung, Pyloromyotomie, Muskelbiopsie US, Enterostomie, Strumektomie, paraösophageale Hernie, Trichterbrustnarbenkorrektur.

Abhängigkeit des Blutverlustes von Alter und Körpergewicht

In der Gruppe der Thoraxkorrekturen wurden die Ergebnisse auf Unterschiede im Blutverlust zwischen den etwa gleich starken Kollektiven der präpubertären und der pubertären Patienten (die Grenze wurde beim 12. Lebensjahr gezogen) untersucht.

1. Die Operationsdauer ist praktisch gleich
(101 min unter 12,
106 min über 12)
2. Der absolute Blutverlust differiert erheblich
(372 ml unter 12,
584 ml über 12)
3. Der relative Blutverlust bleibt etwa gleich
(11,7 ml/kg Körpergewicht unter 12,
12,0 ml/kg Körpergewicht über 12)

Auch wenn man die Kollektive Schulkinder (15 Jahre und jünger) und Jugendliche (älter als 15 J.) wählt, verändern sich die Relationen nicht.

Daraus ist zu schließen, daß die Angabe des absoluten Blutverlustes wenig sinnvoll ist, da Kinder sehr unterschiedlich in Alter und damit Größe sein können. Bezieht man den Blutverlust jedoch auf das Körpergewicht, so gewinnt man Werte, die nicht mehr vom Gewicht des Patienten abhängig sind, sondern von anderen Faktoren wie z.B. dem Operationsgebiet, der Operationstechnik oder dem Zustand des Gefäßsystems. Hingewiesen sei hier auf einen Patienten mit diagnostiziertem Marfan-Syndrom, dessen Blutverlust mit

48,1 ml/kg Körpergewicht weit nach oben aus dieser Gruppe herausfiel.

Von Kragelund (65) wurde der Einfluß von Alter, Übergewicht, Arteriosklerose sowie Geschlecht und präoperativem Blutdruck auf den Blutverlust untersucht und in der ersten Gruppe eine positive, in der zweiten Gruppe keine Korrelation mit seiner Höhe gefunden.

Fragwürdigkeit der Indikationsstellung zur Bluttransfusion auf Grund von Schätzungen

Das Gros der hier bearbeiteten Operationen stellen kleinere Eingriffe wie Leistenhernien-, Leistenhoden-, Phimosenoperationen dar; Operationen also, bei denen es sehr unwahrscheinlich ist, daß der Blutverlust Ausmaße erreicht, die eine Bluttransfusion nötig machen.

Operationen, deren Blutverlust demgegenüber regelmäßig in einen Bereich fiel, der eine Bluttransfusion nicht von vorne herein ausschließen läßt, waren Thoraxkorrekturen, Tumorsektionen, Eingriffe an der Lunge, Laparotomien und Sigmaresektionen.

In der folgenden Tabelle sind die Operationen mit höheren Blutverlusten in Gruppen von

über 20 ml/kg Körpergewicht

15 - 20 ml/kg Körpergewicht

10 - 15 ml/kg Körpergewicht

5 - 10 ml/kg Körpergewicht

eingeteilt; eventuelle Bluttransfusionen wurden vermerkt.

Operationen mit einem Blutverlust von mehr als
20 ml/kg Körpergewicht

	BV	BTF	Archivnr.
Laparotomie + Tumorexstirpation	57,1	ja	226 619
Trichterbrust	48,2	ja	225 105
Trichterbrust	24,1	ja	228 536
Lymphangiomrezidiv Oberschenkel	21,5	ja	225 702
Trichterbrust	20,2	nein	223 219

Operationen mit einem Blutverlust zwischen
15 und 20 ml/kg Körpergewicht

	BV	BTF	Archivnr.
Trichterbrust	19,7	nein	226 967
Kiel-Trichterbrust	19,4	ja	223 652
Trichterbrust	18,5	ja	229 537
Trichterbrust	17,8	nein	223 095
Trichterbrust	17,7	ja	224 737
Sigmaresektion	17,5	ja	192 335
Lungenoperation	16,5	ja	224 266
Laparotomie	16,5	ja	227 611
Trichterbrust	16,0	ja	225 405

Anmerkungen: BV = Blutverlust, BTF = Bluttransfusion

Operationen mit einem Blutverlust zwischen
10 und 15 ml/kg Körpergewicht

	BV	BTF	Archivnr.
Trichterbrust	14,5	ja	223 083
Trichterbrust	14,4	nein	221 846
Trichterbrust	13,9	ja	227 414
Kielbrust	13,5	nein	235 890
Laparotomie	13,0	nein	231 508
Trichterbrust	12,8	nein	226 740
Trichterbrust	12,5	nein	225 697
Trichterbrust	12,1	ja	228 879
Sigmaresektion	11,2	nein	225 537
Trichterbrust	11,0	nein	221 904
Trichterbrust	10,4	nein	204 264
Trichterbrust	10,2	nein	221 903
Laparotomie	10,2	ja	106 117

Operationen mit einem Blutverlust zwischen
5 und 10 ml/kg Körpergewicht

	BV	BTF	Archivnr.
Laparotomie	9,9	ja	227 613
Kielbrust	9,9	nein	224 761
Trichterbrust	9,9	nein	231 566

Anmerkungen: BV = Blutverlust, BTF = Bluttransfusion

Operationen mit einem Blutverlust zwischen
5 und 10 ml/kg Körpergewicht - Fortsetzung

	BV	BTF	Archivnr.
Kielbrust	9,7	nein	223 087
Trichterbrust	9,6	nein	224 309
Analneueinpflanzung nach Analatresie-OP	9,6	nein	154 808
Sigmaresektion	9,1	nein	178 995
Trichterbrust	8,3	nein	228 413
Trichterbrust	8,3	ja	226 482
Trichterbrust	7,6	nein	221 901
Kielbrust	7,6	nein	225 110
Trichterbrust	7,4	ja	227 422
Trichterbrust	7,3	ja	224 767
Omphalozele (sec.)	7,0	nein	225 057
Sigmaresektion	6,8	nein	225 114
Trichterbrust	6,5	ja	226 069
Drahtentfernung re. Ellenbogen	6,3	nein	227 502
Trichterbrust	6,3	nein	223 094
Trichterbrust	5,9	nein	218 940
Enterostomie	5,5	ja	226 619
Trichterbrust	5,1	nein	226 977
Thierschplastik	5,1	ja	224 881

Anmerkungen: BV = Blutverlust, BTF = Bluttransfusion

Die unterschiedliche Häufigkeit von Bluttransfusionen in den einzelnen Gruppen zeigt die folgende Zusammenfassung:

Es wurde transfundiert in der Gruppe

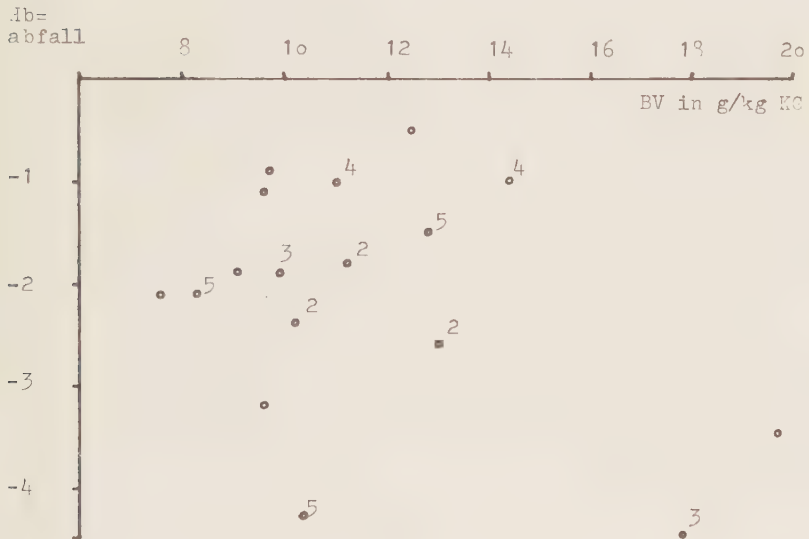
über 20 ml/kg KG	in 4 von 5 Fällen
von 15 bis 20 ml/kg KG	in 7 von 9 Fällen
von 10 bis 15 ml/kg KG	in 4 von 13 Fällen
von 5 bis 10 ml/kg KG	in 7 von 22 Fällen

Obwohl die Tendenz zu erkennen ist, bei höheren Blutverlusten häufiger zu transfundieren als bei niedrigen, fordert vor allem die fast gleiche Häufigkeit der Transfusionen in den Gruppen 5 bis 10 ml/kg KG und 10 bis 15 ml/kg KG eine Kritik der vorgenommenen Indikationsstellung heraus, da Blutverluste in der Größenordnung 5 bis 10 ml/kg KG von der Mehrzahl der Patienten ohne Schaden ertragen werden.(61)
Einige Autoren empfehlen die Transfusion, sobald 10% der Gesamtblutmenge verloren sind (73; pers. Mitteilung von Dr. Crocker, Boston), andere erst ab 15 oder 20% (11, 23).

Fazit: Eine eindeutige Orientierung der Indikationsstellung zur Transfusion am Blutverlust ist in der vorliegenden Untersuchugn nicht zu finden.

Postoperative Veränderungen des Hämoglobinwertes

In der folgenden Graphik wurde der Hämoglobinabfall bei Kindern aufgeführt, die nicht transfundiert wurden, obwohl der gemessene Blutverlust mehr als 10% der Gesamtblutmenge (entsprechend etwa 7 ml/kg Körpergewicht) betrug.



Die Exponenten bezeichnen den Tag, an dem postoperativ die Hb-bestimmung durchgeführt wurde; ist nichts vermerkt, so erfolgte sie am ersten Tag nach der Operation.

Aus der Graphik geht hervor, daß in einer Reihe von Fällen ein kräftiges Absinken des Hämoglobins beobachtet wurde. Es konnte keine eindeutige Abhängigkeit von der Höhe des relativen Blutverlustes gefunden werden (63, 67), jedoch ist festzuhalten, daß

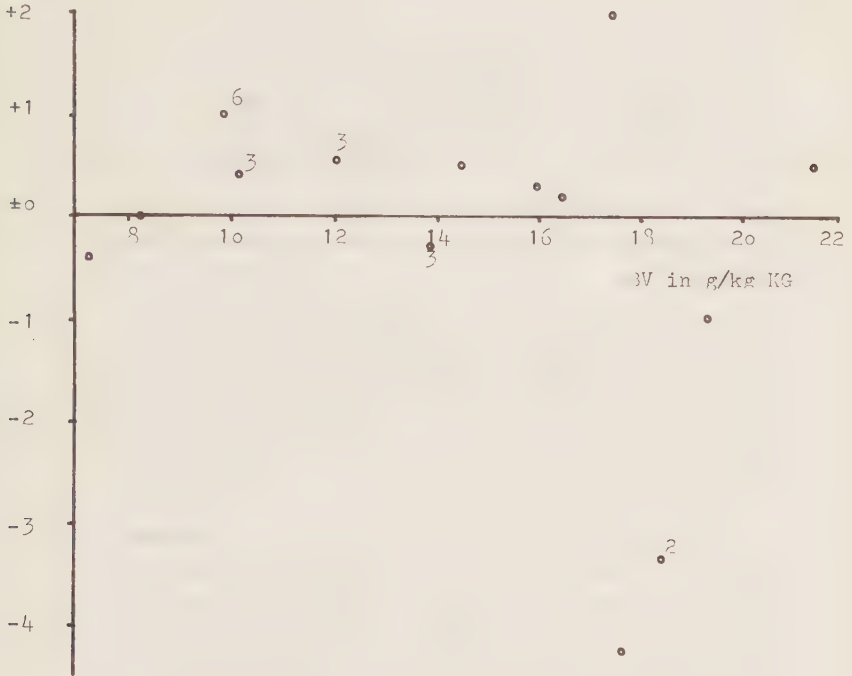
1. alle Hämoglobinwerte absanken
 2. Abfälle um mehr als 3 g% nur bei Blutverlusten über 10 g/kg Körpergewicht gefunden wurden.
- In 4 Fällen wurden während der Operation bedeutende Blutverluste nicht als solche erkannt und therapiert, sodaß postoperativ ein Hämoglobinabfall von 3,2/3,5/4,3/4,5 g% resultierte; diese Zahlen liegen in einer Größenordnung, die sie in den Bereich des Rekonvaleszenzrisikos rücken läßt.

Sieht man sich das entsprechende Kollektiv derjenigen Fälle an, bei denen transfundiert wurde, so fällt auf, daß sich bei 11 von 14 Fällen die postoperativen Hämoglobinschwankungen in einem Bereich von ± 1 g% halten. In einem Fall erhöhte sich der postoperative Hämoglobinwert gegenüber dem präoperativen um 2 g%, in 2 Fällen fiel er trotz Transfusion um 4,3 bzw. 3,4 g% ab.

Postoperative Veränderungen des Hämoglobinwertes

Veränderung

runge



Die Exponenten bezeichnen den postoperativen Tag, an dem die Hb-bestimmung durchgeführt wurde; ist nichts vermerkt, so erfolgte sie am ersten Tag nach der Operation.

In der vorangehenden Graphik sind die Hämoglobinveränderungen bei Kindern aufgeführt, die mehr als 10% ihrer Gesamtblutmenge (entsprechend etwa 7 ml/kg Körpergewicht) verloren hatten und transfundiert wurden.

Das Ergebnis der vorgenommenen Bluttransfusionen fiel bis auf 2 Fälle befriedigend aus. Geht man den größeren Abweichungen nach, so findet man, daß bei Übertransfusion (Ersatz des gemessenen Blutverlustes zu 100% und mehr) kein einziger Hämoglobinabfall um mehr als 1 g% vorkam. Der Fall, dessen Hämoglobin postoperativ um 2 g% anstieg, ist in dieser Gruppe zu finden.

In der Gruppe der Untertransfusionen (Ersatz des gemessenen Blutverlustes zu weniger als 100%) waren die beiden Fälle von massivem postoperativen Hämoglobinabfall trotz Transfusion zu finden. In diesen Fällen wurden von dem gemessenen Blutverlust 42 bzw. 60% ersetzt.

Aus dem Ergebnis obiger Analysen ist der Schluß zu ziehen, daß der mit der gravimetrischen Methode ermittelte Blutverlustwert das Minimum dessen darstellt, was (entsprechende Indikationsstellung vorausgesetzt) transfundiert werden sollte.

Vergleich von Schätzungen mit den gemessenen Blutverlusten

Die zur Quantifizierung von Bluttransfusionen im hiesigen Haus verwandten Schätzungen der Anästhesisten wurden zusammen mit denen der Operateure, der 1. und 2. Assistenten aufgezeichnet und ihre Abweichung vom gemessenen Wert ermittelt. Eine Abweichung um + 100% heißt, daß der Blutverlust doppelt so hoch geschätzt wurde wie er war.

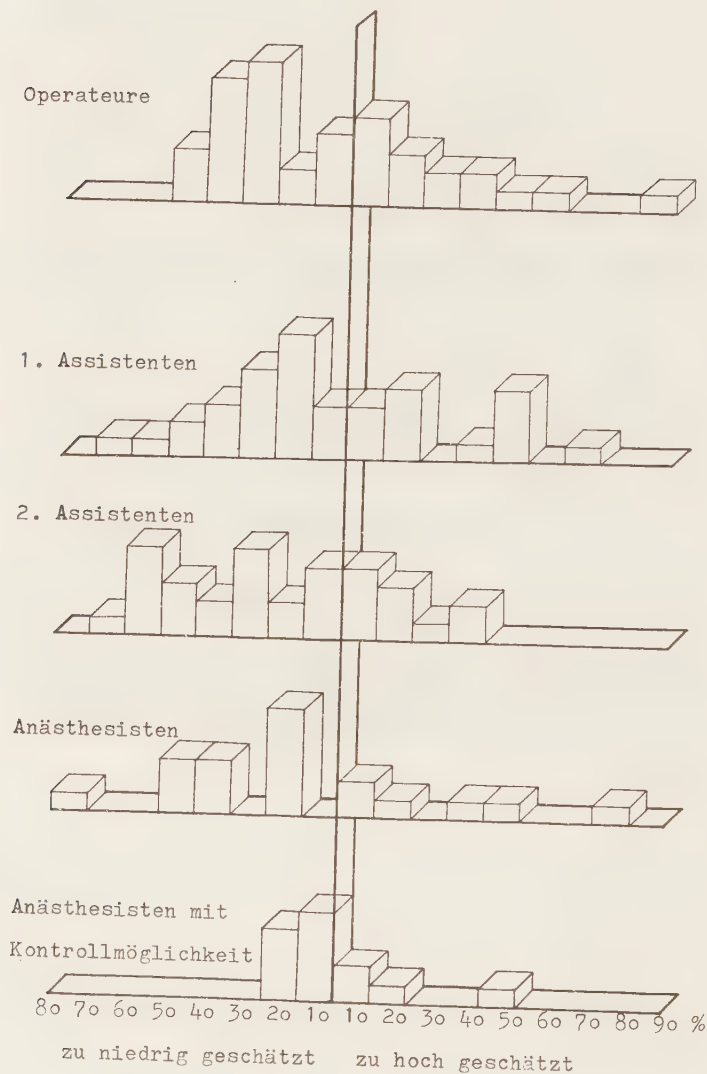
Es wurden nur Schätzungen solcher Operationen berücksichtigt, bei denen der Blutverlust mehr als 10% der Gesamtblutmenge ausmachte.

Die Operateure schätzten ihren Blutverlust jeweils niedriger ein als die 1. Assistenten und die Anästhesisten. Dieses Phänomen dürfte psychologisch in der Erwartungshaltung der Operateure begründet liegen.

Wurde den Anästhesisten während der Operation einmal Gelegenheit zur Kontrolle ihrer eigenen Schätzung gegeben, verbessern sich die Schätzungen am Ende der Operation bedeutend.

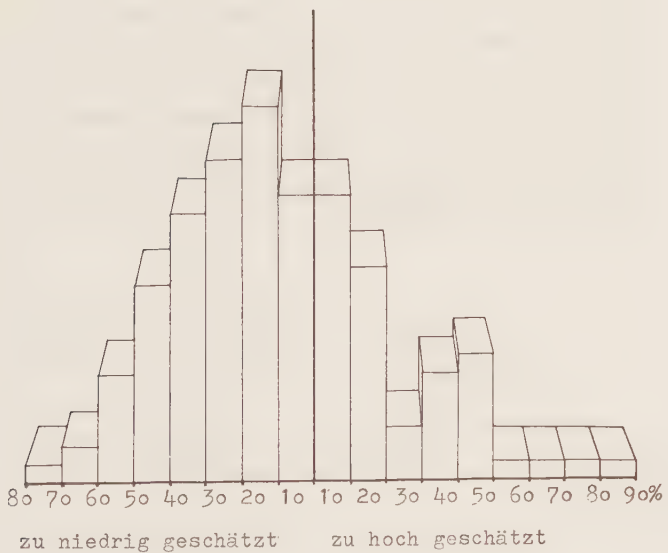
Absolut große Blutverluste wurden exakter geschätzt als absolut kleine, was die Bedeutung einer Blutverlustmessung gerade in der Kinderchirurgie unterstreicht.

Blutverlustschätzungen



Blutverlustschätzungen

Die Schätzungshäufigkeiten von Operateuren, 1. Assistenten, 2. Assistenten, Anästhesisten (mit und ohne Kontrollmöglichkeit) wurden addiert.



4) Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde an einem repräsentativen Querschnitt von 200 Operationen, die an der kinderchirurgischen Abteilung der chirurgischen Universitätsklinik Erlangen durchgeführt wurden, durch Wägung des während der Operation verlorenen Blutes der Blutverlust untersucht.

Seine Abhängigkeit von Operationsdauer und Alter des Kindes, die Indikationsstellung zur Bluttransfusion, postoperative Hämoglobinveränderungen mit und ohne Transfusion wurden beleuchtet und die zur Transfusionsindikationsstellung herangezogenen Schätzungen wurden mit den gemessenen Werten verglichen.

Trotz der von einigen Seiten kritisierten geringen Exaktheit erwies sich die gravimetrische Methode als ein effizientes Verfahren zur Verhütung grober Fehleinschätzungen.

5) Literaturhinweise

- 1 Mallet-Guy, P., Michoulier, J., et al.:
Bilan de 12 300 déterminations du volume sanguin
en chirurgie.
La Presse Médicale 74 , 2687 (1966)
- 2 Hoyer, R., et al.:
Total red cell and plasma volume alterations
occurring with extensive surgery in humans.
Surg Gynecol Obstet 123, 27 (1966)
- 3 Cartmill, T.B., et al.:
Blood volume measurements in cardiovascular
surgical patients.
Surg Gynecol Obstet 121, 1269 (1965)
- 4 Göltner, E., Rivero, P.:
Der Blutverlust bei gynäkologischen Operationen.
Deutsch.Med.Wschr. 90, 611 (1965)
- 5 Heim, W.:
Indikation zur Bluttransfusion
Langenbecks Arch.Klin.Chir. 313, 86 (1965)
- 6 Hallberg, L., et al.:
Menstrual Blood Loss and Iron Deficiency.
Acta Med.Scand 180(5), 639 (1966)
- 7 Sinclair, J.H.:
Loss of Blood Following the Removal of Teeth
in Normal and Hemophilia Patients.
O.S., O.M. & O.P. 23, 415 (1967)

- 8 Bond, A.G.:
Determination of Operative Blood Loss.
Anesthesia 24, 219 (1969)
- 9 Metheny, D.:
Clinical Estimation of Acute Blood Loss by
the Tilt Test.
Am Surg 33, 573 (1967)
- 10 Knott, H.W., Kirklin, J.W.:
Validity of Comparisons of Plasma Volumes
Before and After Operation.
Surgery 62(5), 843 (1967)
- 11 Poppelbaum, H.F.:
Indikation zur Bluttransfusion in der
Chirurgie und Gynäkologie.
Deutsch.Gesundh. 23, 895 (1968)
- 12 Koslowski, L., et al.:
Schockbehandlung und Bluttransfusion bei
Kindern.
Hefte Unfallheilkd. 102, 93 (1970)
- 13 Wawersik, J.:
Intraoperativer Blutersatz bei Säuglingen
und Kleinkindern.
Langenbecks Arch.Klin.Chir. 313, 122 (1965)
- 14 Bröckner, J., et al.:
Blood Volume Measurements Before and After
Operation and Determination of Operative
Blood Loss.
Acta Anaesthesiol Scand. 13, 29 (1969)

- 15 Schroeder, H.G., Forbes, A.R.:
Massive Blood Replacement in Neonates
and Children.
Brit.J.Anaesth. 41, 953 (1969)
- 16 Gross, R.E.:
A Scale for Rapid Measurement of Blood which
is Lost in Surgical Sponges.
J.Thorac.Surg. 18, 543 (1949)
- 17 Hallberg, L., Nilsson, L.:
Determination of Menstrual Blood Loss.
Scand.J.Clin.Lab.Invest. 16, 244 (1964)
- 18 Fell, C.:
Alternations in Tolerance of Hemorrhage Due
to Surgery and Duration of Anesthesia.
J.Appl.Physiol. 28, 178 (1970)
- 19 Klima, A.:
Red Cross Blood and Hepatitis.
N.Engl.J.Med. 282, 101 (1970)
- 20 Bonica, J.J., Lyter, C.S.:
Measurement of Blood Loss During Surgical
Operations.
Am.J.Surg. 81, 496 (1951)
- 21 Lyon, R.P., Stanton, J.R., et al.:
Blood and Available Fluid (Thiocyanate) Volume
Studies in Surgical Patients.
Surg.Gynecol. & Obstet. 89, 9 (1949)
- 22 Loudon, J.D.O., Scott, D.B.:
Blood Loss in Gynecological Operations.
J.Obstet.Gynaec.Brit.Emp. 67, 561 (1960)

- 23 Richardson, W.R., Tate, H.B.:
Blood Balance in Pediatric Surgical Procedures.
South Med.J. 62, 97 (1969)
- 24 Holt, J.M., et al.:
Measurements of Blood Loss by Means of a
Whole-Body Counter.
Brit.Med.J. 4, 86 (1967)
- 25 Verunac, J.J., Fink, J.F.:
Comparison of Two Methods in Blood Loss
Measurement in Oral Surgery.
J.Oral.Surg. 26, 102 (1968)
- 26 Bucher, U., Hässig, A.:
Sparing Blood.
Lancet 1, 372 (1969)
- 27 Basset, H.F.M., Talbot, J.S.:
Blood-Volume Changes Following Operations.
Brit.J.Surg. 55, 570 (1968)
- 28 Bachmann, F., Orranoot, P.:
Surgical Bleeding.
Med.Clin.North.Am. 56, 207 (1972)
- 29 Kuhns, W.J.:
Newer Trends in Intraoperative Blood
Replacement.
N.Y.State.J.Med. 359 (1972)
- 30 Venn, R.D.:
Reduction of Postsurgical Blood Replacement
Needs with Surgicel^R Hemostasis.
Med.Times 93, 1113 (1965)

- 31 Michoulier, J.:
Intérêt de la détermination du volume sanguin
en chirurgie.
Lyon.Chir. 62, 452 (1966)
- 32 Marshall, V.:
Bloodvolume Monitoring in Surgical Patients with
a Semiautomatic Machine: Clinical Experience.
Med.J.Aust. 414 (1965)
- 33 Marshall, V.C.:
Fluid and Electrolyte Balance in Surgical
Patients: II. Abnormal Loss.
Med.J.Aust. 342 (1965)
- 34 Fisk, G.C., Bodlander, F.M.S.:
Sampling for Serial Blood Volume Estimations
in Children.
Med.J.Aust. 221 (1967)
- 35 Brøckner, J., Donvig, M.:
Subjective Estimation and Electronic
Determination of Operative Blood Loss.
Acta Anaesthesiol.Scand. 13, 21 (1969)
- 36 LeVeen, H.H., Rubricus, J.L.:
Continuous, Automatic, Electronic Determination
of Operative Blood Loss.
Surg.Gynecol. & Obstet. 100, 368 (1958)
- 37 DeLaurentis, D.A., et al.:
Does Central Venous Pressure Accurately Reflect
Hemodynamic and Fluid Volume Patterns in the
Critical Surgical Patient?
Am.J.Surg. 126, 415 (1973)

- 38 Young, D.G.:
Fluid Balance in Pediatric Surgery.
Br.J.Anaesth. 45, 953 (1973)
- 39 Roe, C.F., Gardiner, A.J.S., Dupley, H.A.F.:
A Simple Instrument for Rapid, Continuous
Determination of Operative Blood Loss.
Lancet 1, 672 (1962)
- 40 Krebs, H.-J.:
Transfusionshepatitis, das Problem im
Bluttransfusionswesen.
Schweiz.Rundschau Med.(Praxis) 62, 1099 (1973)
- 41 Jenkins, W.J.:
Hazards in Blood Transfusion.
Proc.R.Soc.Med. 66, 24 (1973)
- 42 Cox, J., McCormick, B.:
Operative Blood Loss Estimation.
J.R.Mav.Med.Serv. 57, 92 (1971)
- 43 Hoyer, R.C.:
Blood and Fluid Volume Deficits Following
Extensive Surgery.
Surg.Forum 17, 55 (1966)
- 44 Elwyn, R.A.:
Pediatric Transfusion Problems.
Int.Anesthesiol.Clin. 5, 909 (1967)
- 45 Rustad, H.:
Factors Affecting Blood Volume Determinations
in Surgical Patients.
Acta Chir.Scand. 131, 9 (1966)

- 46 Coller, F.A., Crook, C.E., Job, V.:
Blood Loss in Surgical Operations.
JAMA 126, 1 (1944)
- 47 Rickham, P.P.:
An Investigation of Blood Loss During Operations
on Newborn Infants.
Arch.Dis.Child. 29, 304 (1954)
- 48 White, M.L., Buxton, R.W.:
Blood Loss in Thoracic Operations.
J.Thorac.Surg. 12, 198 (1942)
- 49 Crook, C.E., Job, V., Coller, F.A.:
Correction of Blood Loss During Surgical
Operations.
Surg.Gynecol. & Obstet. 82, 417 (1946)
- 50 Davenport, H.T., Barr, M.N.:
Blood Loss During Pediatric Operations.
Canad.Med.Assoc.J. 89, 1309 (1963)
- 51 Simon, G.-Cl., Courtine, J.-C.:
A propos de la sécurité transfusionnelle.
Bulletin et Mémoires.
Soc.Chir.Par. 58, 86 (1968)
- 52 Roskam, J.:
Bleeding Time and Surgical Blood Losses in
Nonhemorrhagic People.
Thromb.Diath.Haemorrh. 22, 391 (1969)
- 53 McCarthy, C.F.:
Component Therapy.
J.Ir.Med.Assoc. 66, 40 (1973)

- 54 Furman, E.B., et al.:
Specific Therapy in Water, Electrolyte and Blood
Volume Replacement During Pediatric Surgery.
Anaesthesiology 42, 187 (1975)
- 55 Bonica, J.J., Lyter, C.S.:
Blood Loss During Surgical Operations.
Anaesthesiology 12, 90 (1951)
- 56 Janis, K.M., McBride, J.W.:
Management of Massive Blood Losses in Small
Infants-Incremental Transfusion of Unanticoagula-
ted Adult Blood.
Anaesthesiology 34, 298 (1971)
- 57 Kragelund, E.:
Operative and Postoperative Blood Loss.
Acta Chir.Scand. 115, 160 (1958)
- 58 Vara López, R., Durán Sacristán, H.:
Bewertung der Blutverluste bei chirurgischen
Eingriffen.
Chirurg. 22, 6 (1951)
- 59 Scholbach, M.:
Eine einfache Methode zur Blutverlustbestimmung
bei Operationen.
Zentralbl.Chir. 90, 732 (1965)
- 60 Alsop, W., Emery, J.L., Zachary, R.B.:
Measurement of Blood Loss During Operation.
Brit.Med.J. 1, 125 (1963)
- 61 Gatch, W.D., Little, W.D.:
Amount of Blood Lost During Some of the More
Common Operations.
JAMA 83, 1075 (1924)

- 62 Wawersik, J.:
Photometrische Bestimmung des intraoperativen
Blutverlustes bei Säuglingen und Kleinkindern.
Chirurg 36, 79 (1965)
- 63 Cáceres, E., Whittembury, G.:
Evaluation of Blood Losses During Surgical
Operations.
Surgery 45, 681 (1959)
- 64 Baronofsky, I.D., Treolar, A.E., Wangenstein, O.H.:
Blood Loss in Operations: A Statistical Comparison
of Losses as Determined by the Gravimetric and
Colormetric Methods.
Surgery 20, 761 (1946)
- 65 Pretorius, J.A.:
Blood Loss in Pediatric Surgery.
Anaesthesia 15, 424 (1960)
- 66 Engdahl, I., Møller, H.:
A Method of Direct Measurement of Blood Loss
During Surgical Operations.
Acta Chir.Scand. 103, 258 (1952)
- 67 Windfeld, P.:
Blutverluste und Blutveränderungen bei Operationen.
Acta Chir.Scand. 79, 453 (1937)
- 68 Nanda, K.K., et al.:
Determination of Blood Loss During Surgery.
Indian.J.Med.Res. 61, 1519 (1973)
- 69 Dawson, B., Lynn, H.B.:
The Pediatric Patient in the Operating Room.
Surg.Clin.North.Am. 45, 949 (1965)

- 70 Cullen, S.C.:
Estimation of Blood Loss in the Operating Room.
Anaesthesiology 22, 318 (1961)
- 71 Jacobs, R.G., et al.:
Serial Microhematocrit Determinations in
Evaluation of Blood Replacement.
Anaesthesiology 22, 342 (1961)
- 72 Norris, F.H., Jr., Hall, K.D.:
Serial Microhematocrit Determinations in
Anesthesia.
Anaesthesiology 20, 799 (1959)
- 73 Scott, E.:
Blood Replacement Problems.
First Clinical Conference in Pediatric
Anaesthesiology.
Los Angeles, (1963)

An dieser Stelle möchte ich allen Assistenten der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen sowie allen Anästhesisten, die mir durch wertvolle Anregungen halfen, allen Schwestern und sonstigen Mitarbeitern des Hauses für die gute Zusammenarbeit danken.

Besonders danken möchte ich Herrn Privatdozenten Dr. Günter Willital, der den Anstoß zur Bearbeitung dieses Themas gab, und der durch Engagement, aktive Mitarbeit und fachliche Beratung wesentlich zu seiner Bearbeitung beitrug.

Lebenslauf

Am 22. Juni 1954 wurde ich in Fischbach b. Nbg-Altenfurt als erster Sohn des Ehepaars Georg Gilch (Masaziner) und Gerlinde Gilch (Hausfrau) geboren.

Von 1960 ab besuchte ich für vier Jahre die Volksschule Altenfurt, von 1964 bis 1973 das Leibniz-Gymnasium in Altdorf, wo ich die Reifeprüfung ablegte.

Vom Wintersemester 1973 an studierte ich an der Friedrich-Alexander Universität in Erlangen Humanmedizin, und bestand am 22. Oktober 1979 den dritten Teil der ärztlichen Prüfung.

